

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-156808

(43)Date of publication of application : 18.06.1996

(51)Int.Cl.

B62D 5/04

(21)Application number : 06-330943

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 09.12.1994

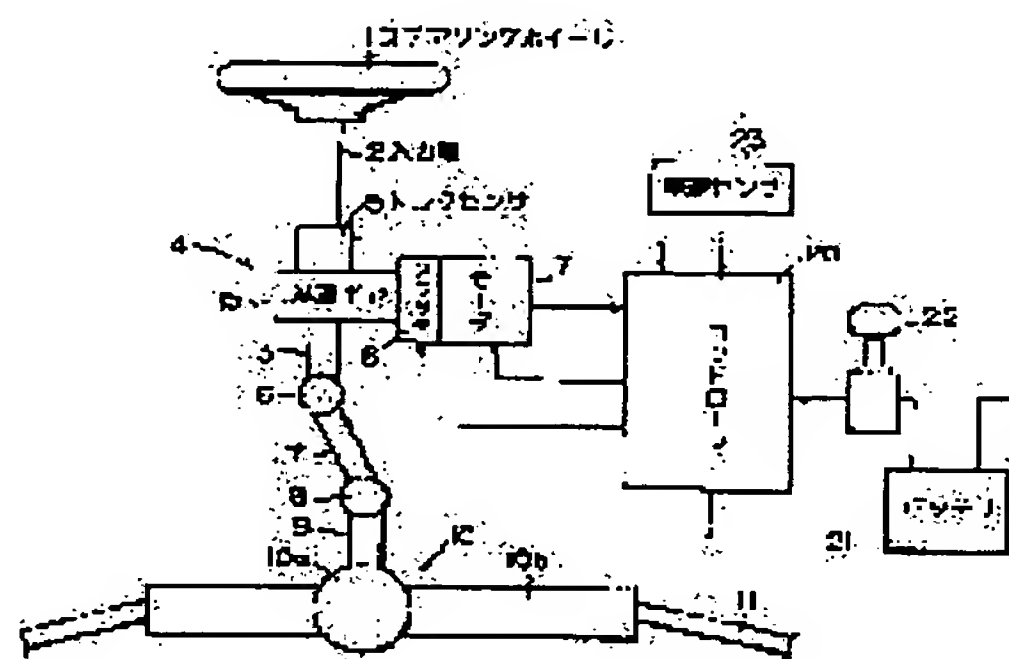
(72)Inventor : ENDO SHUJI
MIYURA YASUHIKO

(54) MOTOR-DRIVEN POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a motor-driven power steering device capable of positively heat-releasing the generated heat quantity in a circuit element constituting a control device.

CONSTITUTION: This motor-driven power steering device is provided with a torque detecting means 5 for detecting steering torque inputted in an input shaft 2 via a steering wheel 1, a motor 17 for generating steering auxiliary torque, a reduction gear 15 built in a gear housing to transfer the steering auxiliary torque of the motor to an output shaft, and a control device 20 for controlling the steering auxiliary torque of the motor in accordance with an output signal from the steering torque detecting means. Lubricating oil is enclosed in the gear housing to make the reduction gear into an oil bath condition. A housing chamber, communicated with the gear housing inside and the inside space is filled with the lubricating oil, is provided on the outer peripheral position of the gear housing. A circuit element, composing the control device and having much heat-generating quantity, is housed in the housing chamber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3427531

[Date of registration] 16.05.2003

[Number of appeal against examiner's

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開平8-156808

(43)公開日 平成8年(1996)6月18日

(51)Int.Cl.⁶
B 6 2 D 5/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 7 頁)

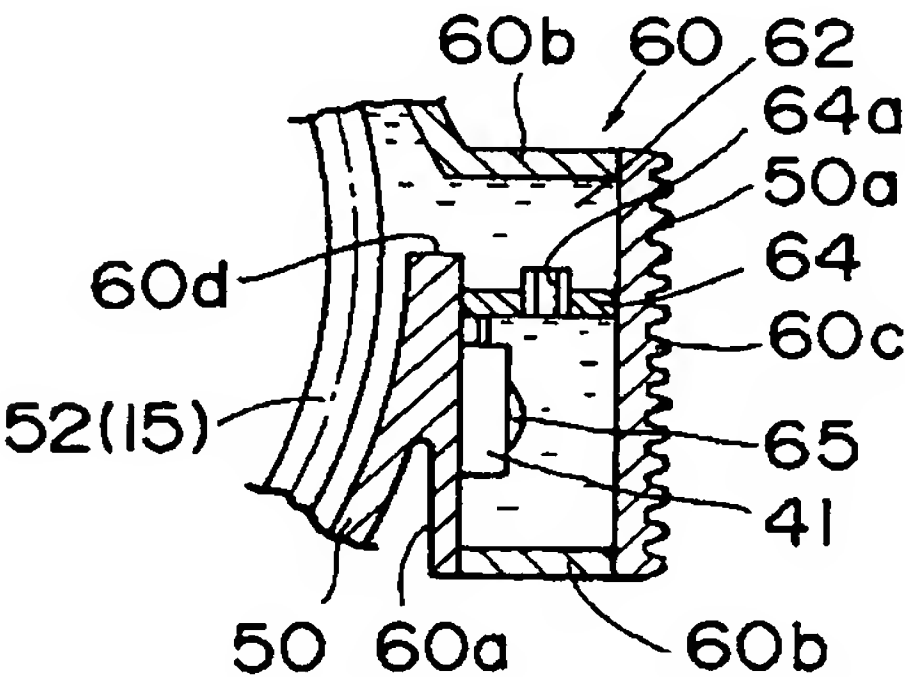
(21)出願番号	特願平6-330943	(71)出願人	000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号
(22)出願日	平成6年(1994)12月9日	(72)発明者	遠藤 修司 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式 会社内
		(72)発明者	宮浦 靖彦 群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式 会社内

(54)【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57)【要約】

【目的】 制御装置を構成している回路素子の発生熱量を積極的に放熱することが可能な電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【構成】 ステアリングホイール1を介して入力軸2に入力された操舵トルクを検出するトルク検出手段5と、操舵補助トルクを発生する電動機17と、ギヤハウジング50に内蔵されて電動機の操舵補助トルクを出力軸に伝達する減速ギヤ15と、操舵トルク検出手段からの出力信号に応じて電動機の操舵補助トルクを制御する制御装置20とを備える電動パワーステアリング装置である。そして、ギヤハウジング内に潤滑油が封入されて、減速ギヤが油浴状態とされている。そして、ギヤハウジングの外周位置には、ギヤハウジング内部と連通して内部空間に潤滑油が満たされる収納室60が設けられている。そして、この収納室には、制御装置を構成している発熱量の大きい回路素子が収納されている。



(2)

特開平 8-156808

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングホイールを介して入力軸に
入力された操舵トルクを検出するトルク検出手段と、操
舵補助トルクを発生する電動機と、ギヤハウジングに内
蔵されて前記電動機の操舵補助トルクを出力軸に伝達す
る減速ギヤと、前記操舵トルク検出手段からの出力信号
に応じて電動機の操舵補助トルクを制御する制御装置と
を備える電動パワーステアリング装置において、

前記ギヤハウジング内に潤滑油を封入して前記減速ギ
ヤを油浴状態とし、前記ギヤハウジングの外周位置にギ
ヤハウジング内部と連通して内部空間に前記潤滑油が満
たされる収納室を設けるとともに、当該収納室に、前記
制御装置を構成している発熱量の大きい回路素子を収納
することを特徴する電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、車両のステアリング系
に電動機の駆動によって操舵補助トルクを付与する電動
パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電動パワーステアリング装置として、例
えば実開昭 63-69671 号公報に記載されたラック
アンドピニオン式の電動パワーステアリング装置が知ら
れている。この装置は、操向ハンドルと連結しているピ
ニオン軸の伝達トルクを検出するトルク検出器と、トル
ク検出器が得られたトルク検出信号に基づいて制御信号
を出力する制御回路を、前記ピニオン軸及び操向車輪を
連結するラック軸を内部で支持するギヤケース内の前記
ピニオン軸近傍で、且つ前記ラック軸に対する一側に配
設している。また、前記制御回路からの制御信号に応じ
た電流を電動機に通電する駆動回路を、ギヤケース内の
ラック軸に対する他側に配設した構造としている。

【0003】 この電動パワーステアリング装置によれ
ば、ステアリング制御装置を構成しているトルク検出
器、制御回路及び駆動回路が、ラック軸の周囲に集中的
に配置されるので、回路間の配線が簡素となってノイズ
の影響が防止され信頼性が向上する。また、駆動回路に
電動機への通電電流が流れてパワートランジスタ等の発
熱素子が発熱するため、この駆動回路の近傍に配置され
た他の回路が熱影響を受けるおそれがあるが、制御回路
及びトルク検出器と、トルク検出器とがラック軸を間に
隔離して配置されているので、制御回路及びトルク検出
器は熱的影響が減少する構造とされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従
来技術では、駆動回路の前述した発熱素子を含む構成部
品の全てを内蔵した収納ケースがギヤケースに直接取付
けられているので、前記発熱素子が発生する熱量を効率
良くギヤケースの外部に放熱することが不可能である。

【0005】 そのため、発熱素子自身の温度上昇によつ

て電動機に出力すべき最大電流が制限されるおそれがあ
り、さらには、発熱素子が発生する熱量により駆動回路
を構成している他の構成部品の寿命が著しく低下してし
まうおそれもある。このように、発熱素子が発生する熱
量により駆動回路の回路特性が熱変動を受け、電動機に
所定の電流が通電不可能となることにより、電動パワ
ーステアリング装置のアシスト特性を大きく変動させてし
まうおそれがある。

【0006】 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもの
であり、制御装置を構成している回路素子の発生熱量を
積極的に放熱することが可能な電動パワーステアリング
装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の電動パワーステ
アリング装置は、ステアリングホイールを介して入力軸
に入力された操舵トルクを検出するトルク検出手段と、
操舵補助トルクを発生する電動機と、ギヤハウジングに
内蔵されて前記電動機の操舵補助トルクを出力軸に伝達
する減速ギヤと、前記操舵トルク検出手段からの出力信
号に応じて電動機の操舵補助トルクを制御する制御装置
とを備える電動パワーステアリング装置において、前記
ギヤハウジング内に潤滑油を封入して前記減速ギヤを
油浴状態とし、前記ギヤハウジングの外周位置にギヤハ
ウジング内部と連通して内部空間に前記潤滑油が満たさ
れる収納室を設けるとともに、当該収納室に、前記制御
装置を構成している発熱量の大きい回路素子を収納する
ことを特徴する装置である。

【0008】

【作用】 本発明の電動パワーステアリング装置によれ
ば、ギヤハウジングの内部に潤滑油が封入されて減速ギ
ヤが油浴状態とされ、出力軸及び前記電動機の出力軸と
減速ギヤの噛み合い状態が常に円滑とされるので、操舵
トルクに応じた補助操舵力を出力軸に確実に伝達するこ
とが可能となる。

【0009】 これと同時に、潤滑油が収納室の内部空間
を満たすように供給され、この収納室内に、制御装置の
発熱量の大きい回路素子が潤滑油に浸漬された状態で収
納されているので、制御装置の他の回路素子に対する発
熱の影響を与えない。そして、収納室に収納され
た回路素子の熱量は、熱容量の大きい潤滑油と接触す
ることによって積極的に潤滑油に放熱されるので、回路
素子の過度の温度上昇が防止される。

【0010】

【実施例】 以下、図面に基づいて本発明の一実施例を説
明する。図 1 は、本発明に係るコラム・アシスト方式の
電動パワーステアリング装置の一実施例を示す概略構成
図である。図中符号 1 は、ステアリングホイールであ
り、このステアリングホイール 1 に作用した操舵力は、
入力軸 2 と、この入力軸 2 と同軸に連結された出力軸 3
とで構成されるステアリングシャフト 4 に伝達される。

(3)

特開平8-156808

3

そして、入力軸2と出力軸3との連結部には、操舵トルク検出手段としてのトルクセンサ5が一体的に連結されている。また、出力軸3に伝達された操舵力は、ユニバーサルジョイント6を介してロアシャフト7に伝達され、さらに、ユニバーサルジョイント8を介してピニオンシャフト9に伝達される。また、ピニオンシャフト9に伝達された操舵力は、ステアリングギヤ10を介してタイロッド11に伝達されて転舵輪を転舵させる。ステアリングギヤ10は、ピニオン10aとラック10bとを有するラックアンドピニオン形に構成され、ピニオン10aに伝達された回転運動がラック10bで直進運動に変換されるようになっている。

【0011】また、入力軸2及び出力軸3の連結部には、補助操舵力（アシスト力）を出力軸3に伝達する減速ギヤ15が連結されている。この減速ギヤ15には、補助操舵力の伝達・遮断を行う例えば電磁式で構成されている電磁クラッチ装置（以下、クラッチと称する。）16と、補助操舵力が発生する例えば直流サーボ電動機で構成される電動モータとしてのモータ17の出力軸が連結されている。前記クラッチ16は、ソレノイドを有し、このソレノイドに後述するコントローラ（制御装置）20によって励磁電流が供給されることによって、減速ギヤ15とモータ17とが機械的に連結され、励磁電流の供給停止により離脱される。

【0012】コントローラ20は、図2で示すブロック図のように、制御回路30、モータ駆動回路31、電流検出回路32及びクラッチ駆動回路33を有する電子回路により構成され、トルクセンサ5からのトルク検出信号及び車速センサ23からの車速検出信号に基づいてモータ17の駆動制御を行うとともに、クラッチ16の制御によりモータ17の出力軸と減速ギヤ15とを結合若しくは離脱状態とする。

【0013】制御回路30は、図示しないが、マイクロコンピュータ、A/D変換器、カウンタ等を備えている。マイクロコンピュータは、外部接続機器との入出力処理を行うインタフェース部とROM、RAM等の記憶部とを備えている。また、A/D変換器は、トルクセンサ5より入力されたトルク検出信号をデジタル値に変換してトルク検出値Tとしてマイクロコンピュータに出力するA/D変換器や、電流検出回路32から得られたモータ17の電流検出信号Iをデジタル値に変換してマイクロコンピュータに出力するA/D変換器が備えられている。また、カウンタは、図示しない変速機の出力軸の回転に応じてパルス信号を発生する回転数センサ等の車速センサ23からパルス信号が入力され、単位時間当たりのパルス数を積算し、車速検出値としてマイクロコンピュータに出力する装置である。モータ駆動回路31は、Hブリッジ回路34、ゲート駆動回路35、フェールリレー36、昇圧電源37等を備えている。Hブリッジ回路34は、例えば、エンハンスト型のNチャネルM

4

OS型FET（電界効果トランジスタ）等の4つのFET（スイッチング素子）41～44を有し、それらのうちFET41及び43が直列に接続されていると共に、FET42及び44も直列に接続され、これらの直列回路が並列に接続されてFET41及び42のドレイン側がフェールリレー36及びイグニッションスイッチ22を介してバッテリー21に接続されている。そして、FET41と43との接続点とFET42と44との接続点との間にモータ17が接続されている。また、FET43のソース側は右方向電流検出抵抗 R_r を介して接地され、同様に、FET44のソース側は左方向電流検出抵抗 R_l を介して接地されている。そして、これらFET41～44のゲート端子は、ゲート駆動回路35と接続され、ゲート駆動回路35から各ゲート端子に所定の電圧供給が行われるとき、対応するFET41～44がオン状態となるようになされている。また、フェールリレー36は、常開接点を有するリレースイッチであって、Hブリッジ回路34へのバッテリー21の供給電源をON/OFF制御するものである。また、昇圧電源37は、Hブリッジ回路34に供給される電圧を一定に保持する集積回路であり、例えばIC電圧レギュレータが使用されている。さらに、図中符号38は、バッテリー21の電圧を一次的に蓄える充放電用コンデンサ37である。

【0014】また、電流検出回路32は、例えば、右方向電流検出抵抗 R_r 及び左方向電流検出抵抗 R_l の両端に発生した電圧の増幅及びノイズの除去を行い、右方向モータ電流検出信号及び左方向モータ電流検出信号を制御回路30に出力する。さらに、クラッチ駆動回路33は、制御回路30からのクラッチ制御信号 S_c に応じてクラッチ16を制御し、クラッチ16のソレノイドに励磁電流 I_c を供給して、モータ12の出力軸と減速ギヤ15との機械的結合状態及び離脱状態を制御する。

【0015】次に、図3から図7に示すものは、本発明の構成要素であるギヤハウジングの外観及び内部構造を示すものである。同軸に配設された入力軸2と出力軸3との連結部を覆っているギヤハウジング50は、図3及び図4に示すように、外周に多数の冷却用フィン50aが設けられている。そして、このギヤハウジング50には、センサカバー55が一体に装着される装着部50bが設けられているとともに、入力軸2（若しくは出力軸3）の軸と直交する方向には、モータ軸17aを向けたモータ17が一体に連結されている。なお、クラッチ16は、モータ17よりギヤハウジング50側に内蔵されている。

【0016】ここで、図4で示す右側上方位置のギヤハウジング50の外周には、本発明の構成要素となる発熱素子収納室60が設けられている。この発熱素子収納室60は、図5及び図6に示すように、ギヤハウジング50の外周から突設された底板60a、側壁60b及び冷却用フィン50a外周に設けた天板60cによって内部

5

空間を略直方体形状に画成した液密構造の収納室である。そして、この発熱素子収納室60には、ギヤハウジング50の周壁を貫通して形成された連通部60dの一方が開口しており、発熱素子収納室60とギヤハウジング50内部は、この連通部60dを介して連通している。

【0017】そして、ギヤハウジング50の内部には、図7に示すように、このギヤハウジング50に軸受51a、51bを介して回転自在に支持された出力軸3と、ギヤハウジング50に図示しない軸受を介して回転自在に支持された入力軸2とが同軸突き合わせ状態で配設されている。また、出力軸3の右端面縁部分の周方向の所定の位置には、入力軸2a側に突出した凸部3aが形成されており、この凸部3aは、入力軸2の左端部外周面に形成された当該凸部3aよりも幅広の縦溝2aに挿入され、入力軸2及び出力軸3間の所定範囲以上の相対回転が防止されている。

【0018】そして、出力軸3の外周には、出力軸3と同軸且つ一体に回転するウォームホイール52が外嵌されている。そして、前述したモータ17のモータ軸17aにウォーム17bが同軸に固着されており、このウォーム17bと前記ウォームホイール52が噛み合っている。従って、これらウォームホイール52及びウォーム17bが、本発明の構成要素となる減速ギヤ15であり、電動モータ17の回転方向が適宜切り換えられることにより、減速ギヤ15を介して出力軸3に任意の方向の操舵補助トルクが付与されるようになっている。

【0019】また、トルクセンサ5は、図7に示すように、ギヤハウジング50内に内蔵されたトーションバー51の捩じれ変位を軸方向の移動として変化させるスライダ53aと、このスライダ53aの移動変位に応じたアナログ電圧からなるトルク検出信号を出力するポテンシオメータ54とで構成されている。すなわち、入力軸2に軸方向及び回転方向への相対変位が自在な円筒形のスライダ53aが外嵌され、そのスライダ53aの左端部に凸部3aに近接する円筒形のクロスガイド53bの端部が結合され、このクロスガイド53b内周面の凸部3aに対向する部分には軸方向に長い縦溝53cが形成され、その縦溝53cに内端が凸部3aに圧入され径方向外側に突出したピン53dの外端が挿入されている。これにより、出力軸3及びスライダ53aは、回転方向に一体であるが、軸方向には縦溝53cの長さの範囲において相対変位が可能となる。そして、スライダ53aは、スプリング53eによって図7右方に常時付勢されているが、縦溝53cから周方向に約180度離隔したクロスガイド53b内周面に形成された凹部53fに転動可能に収容されたボール53gが、入力軸2の左端側外周面に形成された周方向に連続する溝2cにも入り込んでいるため、スライダ53aの軸方向への移動は規制されている。そして、溝2cは軸に対して若干傾斜して

(4)

特開平8-156808

6

いるため、入力軸2及び出力軸3間にトーションバー51の捩じれを伴って相対回転が生じ、入力軸2に対するスライダ53aの回転方向位置が変化すると、溝2cに沿ってボール53gが軸方向に移動し、これによってスライダ53aが軸方向に移動する。

【0020】また、ギヤハウジング50に固定されているポテンシオメータ54は、ハウジング50に一体固定された回路基板55aの制御回路30と接続されている。そして、ステアリングホイール1を操舵操作することによってトーションバー51に生じる捩じれ変位を、スライダ53aの軸方向の移動量に応じたアナログ電圧のトルク検出信号として制御回路30に出力する。

【0021】そして、本実施例では、ギヤハウジング50の内部には潤滑油62が封入されており、ギヤハウジング50に内蔵されている減速ギヤ15及びトルクセンサ5は油浴状態とされているとともに、ギヤハウジング50内と連通部60dを介して連通している発熱素子収納室60の内部にも、図5及び図6に示すように潤滑油62が供給されている。なお、ギヤハウジング50内は、シール51c、51dにより密封されている。

【0022】さらに、ギヤハウジング50の装着部50b内部には、コントローラ20を構成する回路基板55aが一体に装着され、図2で示した制御回路30、電流検出回路32及びクラッチ駆動回路33を構成する全ての回路素子が収納されているとともに、モータ駆動回路31は、Hブリッジ回路34を構成している4つのFET41~44を除いた回路素子が収納されている。

【0023】そして、回路基板55aに接続されないFET41~44は、図5及び図6に示すように、発熱素子収納室60の内壁に係合して固定された回路基板64に、それぞれの端子が接続され、固定部材65によって発熱素子収納室60の底板60aに固定された状態で収納されている。なお、前記回路基板64は、センサカバー55内に収納された回路基板55aのゲート駆動回路35等と接続している。また、この回路基板64の表裏方向には流通孔64aが穿設されている。そして、前述したようにギヤハウジング50内部への潤滑油62の封入により、連通部60dを介して発熱素子収納室60の内部にも潤滑油62が供給されているが、発熱素子収納室60内の潤滑油62は、回路基板64の流通孔64aを通過して発熱素子収納室60の内部全域に供給され、それにより、FET41~44は潤滑油62によって浸漬される。

【0024】次に、本実施例の作用効果を説明する。本実施例の電動パワーステアリング装置によれば、トルクセンサ5のトルク検出信号及び車速センサ23からの車速検出信号に基づいて制御回路30が所定のプログラムに従い処理し、この処理結果に基づいてモータ駆動回路31がモータ17の駆動制御を行う。そして、このモー

(5)

特開平 8-156808

7

8

タ 17 の駆動により、減速ギヤ 15 を介して出力軸 3 に補助操舵力が伝達されるので、例えば低速コーナリング時や車庫入れ時に操舵操作が容易になる。

【0025】また、本実施例では、ギヤハウジング 50 の内部に潤滑油 62 が封入されて減速ギヤ 15 を構成しているウォームホイール 52 及びウォーム 17b が油浴状態とされており、ウォーム 17b とウォームホイール 52 との噛み合い状態が常に円滑とされているので、操舵トルクに応じた補助操舵力を出力軸 3 に確実に伝達することができる。

【0026】また、制御回路 30、モータ駆動装置 31、電流検出回路 32 及びクラッチ駆動回路 33 を備えるコントローラ 20 がギヤハウジング 60 に一体的に配置されているので、回路間の配線が簡素となってノイズの影響が防止され信頼性が向上するが、モータ駆動回路 31 の発熱素子である FET 41~44 の発熱により、これら FET 41~44 及び周辺の回路素子との熱影響の問題がある。しかしながら、本実施例の電動パワーステアリング装置にあっては、ギヤハウジング 50 に封入されている潤滑油 62 が連通部 60d を介して発熱素子 20 収納室 60 内部に供給され、この発熱素子収納室 60 内に FET 41~44 のみが潤滑油 62 に浸漬された状態で収納されているので、制御回路 30、電流検出回路 32、クラッチ駆動回路 33 や、モータ駆動回路 31 を構成している他の回路素子に対する発熱の影響を与えない。そして、FET 41~44 が発生する熱量は、熱容量の大きい潤滑油 62 と接触することによって積極的に潤滑油 62 に放熱されるので、FET 41~44 の過度の温度上昇を防止することができる。したがって、モータ 17 へ通電される電流値を常に所定値に設定するとができるので、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【0027】また、発熱素子収納室 60 の外壁には冷却用フィン 50a が設けられており、走行時に外気が冷却用フィン 50a と接触することにより発熱素子収納室 60 内の潤滑油 62 が良好に冷却されるので、発熱素子収納室 60 内に収納されている FET 41~44 の放熱動作をさらに効率良く行うことができる。なお、本実施例では、FET 41~44 を発熱素子として説明したがこれに限るものではなく、例えば、熱量を発生するおそれのあるフェールリレー 36、電流検出抵抗 R_L 、 R_R 、昇圧電源 37 若しくは充放電用コンデンサ 38 を個別に発熱素子収納室 60 内部に収納しても、同様の作用効果を得ることができる。

【0028】また、本実施例は、コラム・アシスト方式の電動パワーステアリング装置について説明したが、これに限るものではなく、ラックアンドピニオン式の電動パワーステアリング装置に採用しても、同様の作用効果

を得るとができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電動パワーステアリング装置は、ギヤハウジングの内部に潤滑油が封入されて減速ギヤが油浴状態とされ、出力軸及び前記電動機の出力軸と減速ギヤの噛み合い状態が常に円滑とされるので、操舵トルクに応じた補助操舵力を出力軸に確実に伝達することが可能となると同時に、潤滑油が収納室の内部空間を満たすように供給され、この収納室内に制御装置の発熱量の大きい回路素子が潤滑油に浸漬された状態で収納されているので、制御装置の他の回路素子に対する発熱の影響を与えない。そして、収納室に収納された回路素子の熱量は、熱容量の大きい潤滑油と接触することによって積極的に潤滑油に放熱されるので、回路素子の過度の温度上昇を防止することができる。

【0030】したがって、本発明は、電動機へ通電される電流値を常に所定値に設定するとができるので、信頼性の高い電動パワーステアリング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す概略図である。

【図 2】本発明に係る制御装置のブロック図である。

【図 3】本発明に係るギヤハウジングを示す外観図である。

【図 4】図 3 の IV-IV 線矢視図である。

【図 5】本発明に係る発熱素子収納室を示す図 4 の V-V 線矢視図である。

【図 6】本発明に係る発熱素子収納室を示す図 5 の VI-VI 線矢視図である。

【図 7】本発明に係るギヤハウジング内部を示す要部断面図である。

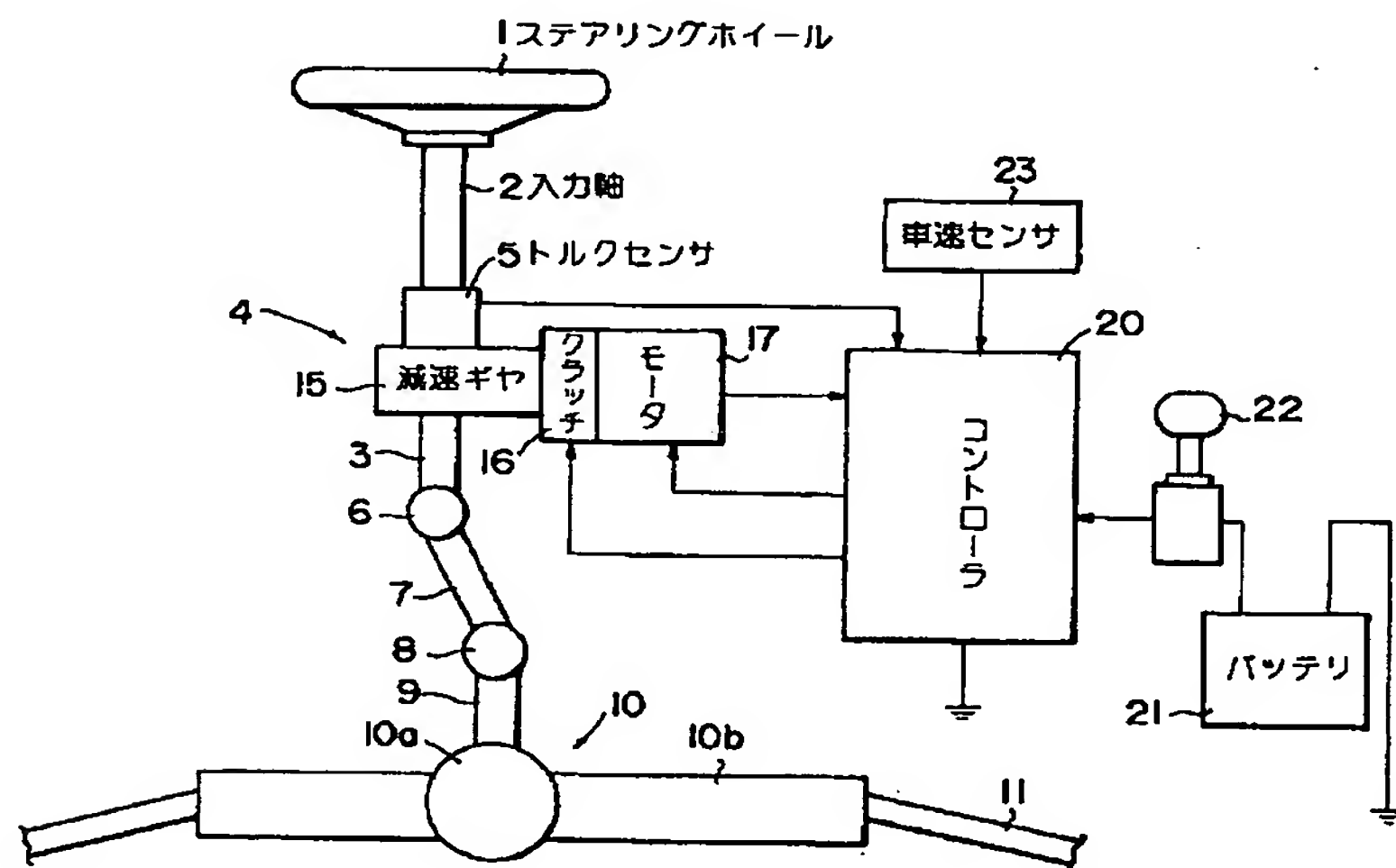
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 2 入力軸
- 5 トルクセンサ（トルク検出手段）
- 15 減速ギヤ
- 17 モータ（電動機）
- 17a モータ回転軸
- 17b ウォーム 17b（減速ギヤ）
- 20 コントローラ（制御装置）
- 41~44 FET（発熱素子）
- 50 ギヤハウジング
- 52 ウォームホイール（減速ギヤ）
- 62 潤滑油
- 60 発熱素子収納室（収納室）
- 60d 連通部

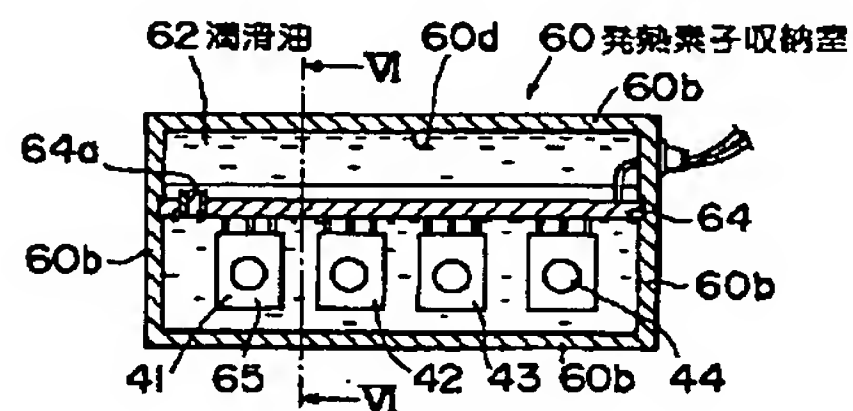
(6)

特開平8-156808

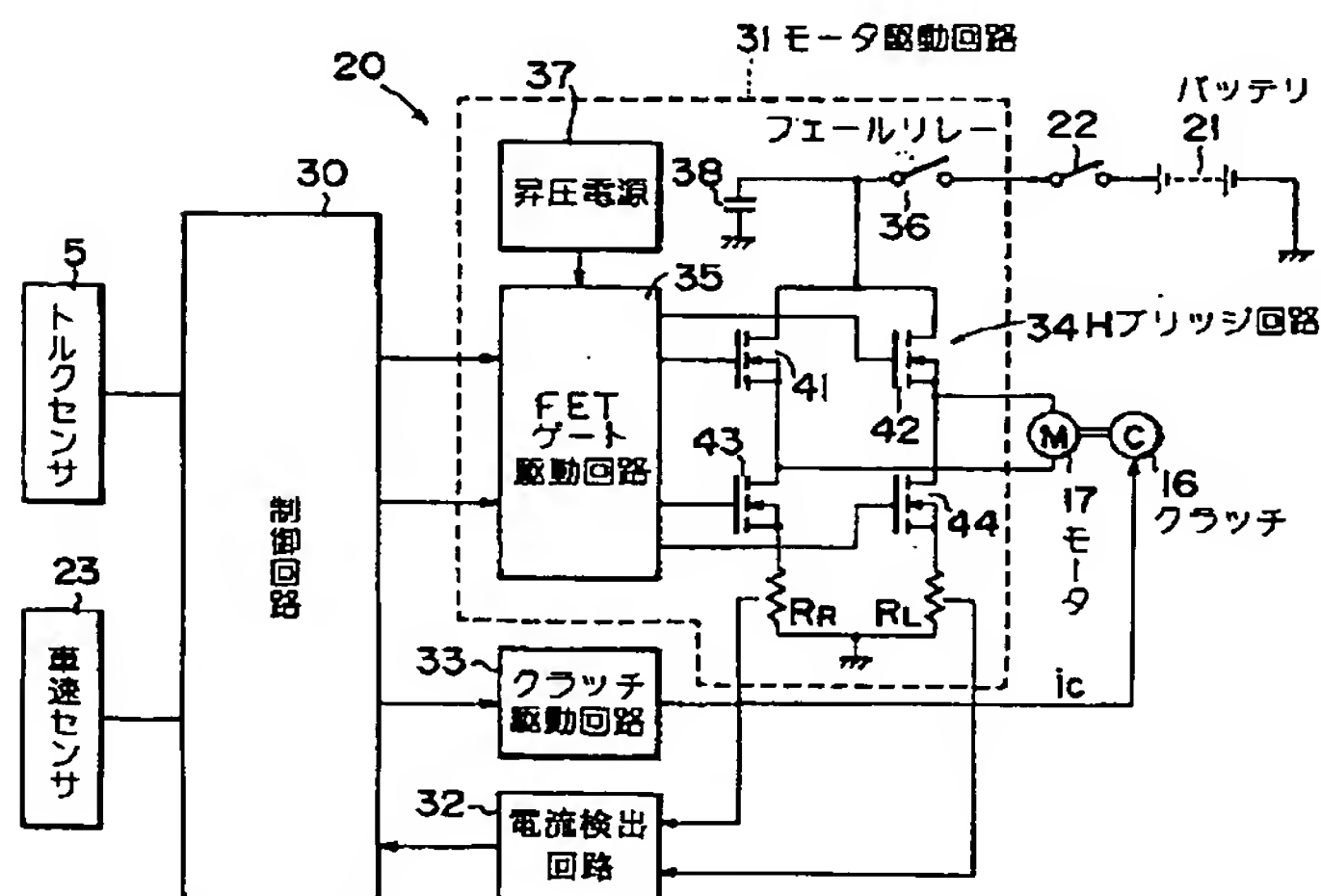
【図1】



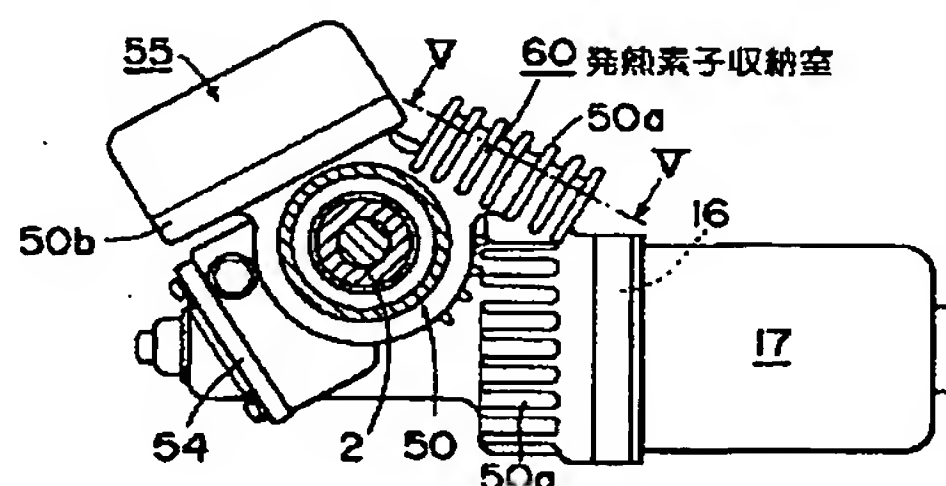
【図5】



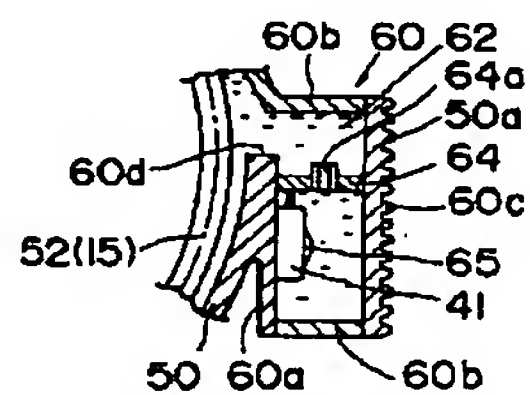
【図2】



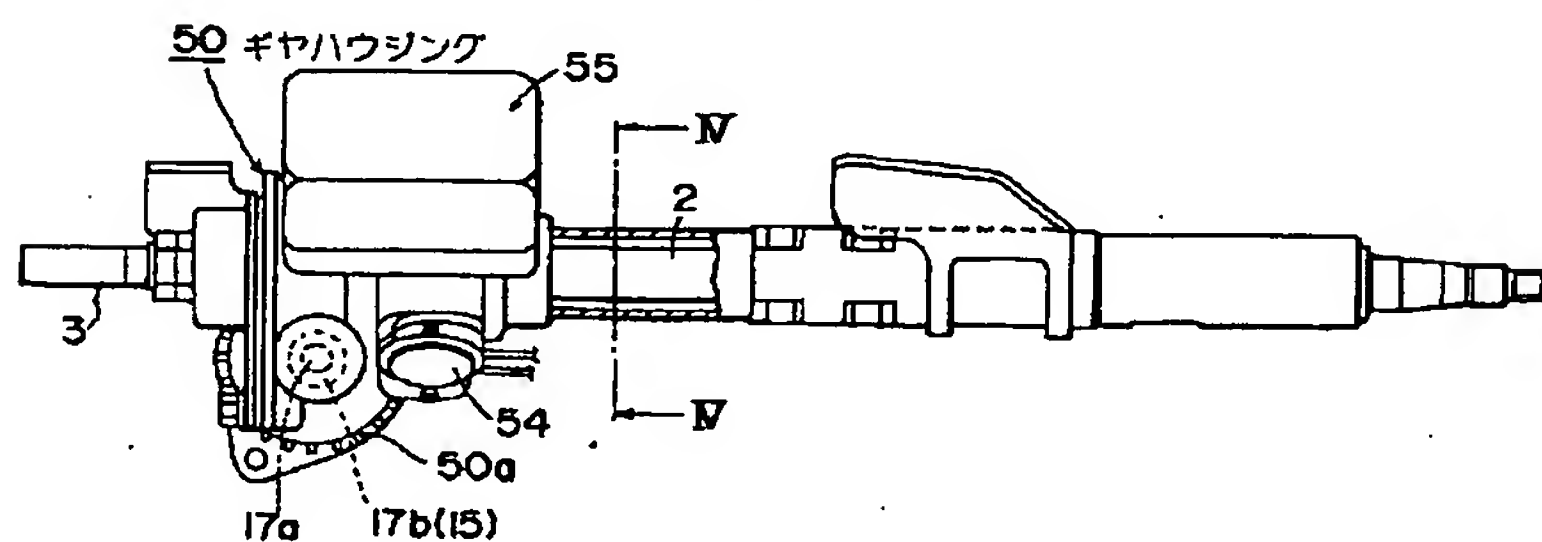
【図4】



【図6】



【図3】



(7)

特開平 8 - 1 5 6 8 0 8

【図 7】

